



FACULTAD DE FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de especialización titulado:

**EVALUACIÓN DEL RUIDO LABORAL PRODUCIDO POR
LA UNIDAD DE REMOCIÓN DE SÓLIDOS (S.R.U) EN
LOS TRABAJADORES DE LA PLATAFORMA
PERFORACIÓN #2 PROYECTO “PEPITA DE ORO” EN
IBARRA, IMBABURA, ECUADOR**

Realizado por:

Ligia Guadalupe Muyulema Masaquiza

Director del proyecto:

Rubén Rodríguez Elizalde

Como requisito para la obtención del título de:

ESPECIALISTA EN SEGURIDAD MINERA

QUITO, 27 septiembre del 2021

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Ligia Guadalupe Muyulema Masaquiza, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1803985413, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

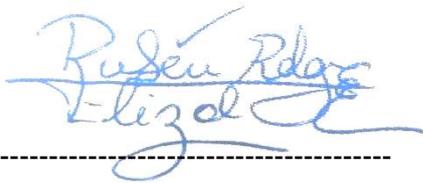


Ligia Guadalupe Muyulema Masaquiza.

CI:1803985413

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



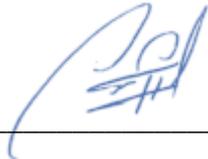
Ing. Rubén Rodríguez Elizalde MSc
DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES:

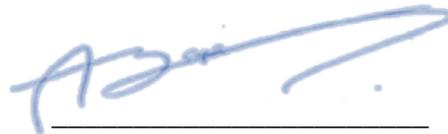
Ing. Javier Goyes MSc

Ing. Andrés Ycaza MSc

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.



Ing. Javier Goyes MSc

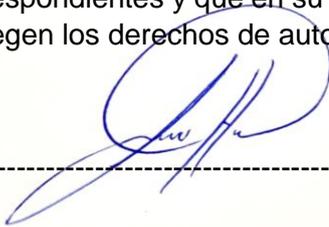


Ing. Andrés Ycaza

Quito, 27 de septiembre de 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Ligia Guadalupe Muyulema Masaquiza.

CI:1803985413

ÍNDICE

0	DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	9
1	RESUMEN.....	10
	ABSTRACT	10
2	INTRODUCCIÓN.....	12
3	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo general.....	14
3.2	Objetivos específicos.....	14
4	ANTECEDENTES	15
4.1	Condiciones de operación de Unidad de Remoción de Sólidos SRU.....	16
4.2	Ruido producido por la Unidad de Remoción de sólidos	18
4.3	Límites de exposición	19
4.4	Control operativo del ruido en las operaciones de empresa.....	20
4.5	Otros agentes detectados durante la investigación	20
5	METODOLOGÍA.....	22
5.1	Etapa análisis de puesto de Trabajo	22
5.2	Etapa elección de la estrategia de medición	23
5.3	Etapa Mediciones	24
5.4	Etapa Tratamiento de errores e incertidumbres	24
5.5	Trabajo en campo.....	25
5.5.1	Ubicación y verificación en campo del instrumento.....	25
5.5.2	Equipo de medición utilizado: Sonómetro	25
5.5.3	Condiciones de operación y ubicación de la fuente.....	25
5.5.4	Ubicación del Instrumento.....	26
5.5.5	Parámetros de Medición.....	26
5.5.6	Tiempo de medición	26
5.5.7	Recolección de datos.....	26
5.5.8	Contexto de definiciones de términos.....	27
5.5.9	Método de las bandas de Octava	30

6	RESULTADOS.....	31
7	CONCLUSIONES.....	33
8	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	34
9	BIBLIOGRAFÍA.....	35
10	ANEXOS.....	37

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características principales de la SRU (Fuente: Ficha Técnica)	17
Tabla 2: Límites de Permisibles para Ruido continuo Internos (Fuente: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social 1986).....	19
Tabla 3: Puesto de trabajo (Fuente: Propia Autoría)	23
Tabla 4: Características del Sonómetro Cirus modelo CR:310 (Fuente: Propia autoría)	25
Tabla 6: Resultados (Fuente: Propia autoría).....	31
Tabla 7: Resumen Resultados de Presión Sonora (Fuente: Propia autoría).....	32
Tabla 8: Resultados de las mediciones de Bandas de Octava (Fuente:descarga de resultados del sonómetro.).....	32

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de Agua perforación (Fuente: Empresa Pepita de Oro)	18
Figura 2: Estrategia de medición (Fuente NTE INEN-ISO 9612 Anexo B Guia para la selección de la estrategia de medición).....	24

0 DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **LIGIA GUADALUPE MUYULEMA MASAQUIZA** con Cédula de Ciudadanía de la República del Ecuador N.º 1803985413, estudiante de Especialización en Seguridad Minera **DECLARO** que el Proyecto de Investigación titulado "EVALUACION DEL RUIDO LABORAL PRODUCIDO POR LA UNIDAD DE REMOCION DE SOLIDOS (S.R.U) EN LOS TRABAJADORES DE LA PLATAFORMA DE EXPLORACION N.º 2 PROYECTO "PEPITA DE ORO" EN IBARRA, IMBABURA, ECUADOR" es fruto exclusivamente de mi esfuerzo intelectual, y que no he empleado para su realización medios ilícitos, ni he incluido en él material publicado o escrito por otra persona, sin mencionar la correspondiente autoría. En este sentido, confirmo específicamente que las fuentes que haya podido emplear para la realización de dicho trabajo, si las hubiera, están correctamente referenciadas en el cuerpo del texto, en forma de cita, y en la bibliografía final.

Asimismo, declaro conocer y aceptar que el plagio del Proyecto entendido como la presentación de un trabajo ajeno o la copia de textos sin citar su procedencia y considerándolos como de elaboración propia, al vulnerar el Reglamento del Alumno, conllevará automáticamente la calificación de "suspenso" (0) tanto en convocatoria ordinaria como en convocatoria extraordinaria, así como el resto de consecuencias establecidas en el Reglamento ya referido.

Del mismo modo, el estudiante abajo firmante asume que el fin de este Proyecto es puramente didáctico y pedagógico, no pudiendo ser utilizado para otro fin distinto del mismo, siendo el alumno abajo firmante el único responsable de las consecuencias que tuviera el incumplimiento de esta premisa.

En Quito, Ecuador a los 30 días del mes de septiembre de 2021



LIGIA GUADALUPE MUYULEMA MASAQUIZA

C.I. 1803985413

1 RESUMEN

En los últimos años en el Ecuador hemos sido testigo del incremento de las actividades mineras y del mismo modo de la implementación de nuevas tecnologías en la fase de exploración avanzada. En esta fase se realiza sondeos con maquinaria de perforación la misma que utiliza una broca de diamantina para extraer las muestras. En este proceso se emplean agua y aditivos, para generar el fluido que lubricará la broca.

Esta unidad de remoción de sólidos, que se encuentra en la plataforma de perforación, permite la recirculación del agua que se utiliza en la perforación, cuyo principal objetivo es el de minimizar el consumo de agua. La unidad mencionada es maniobrada por un operador y al encontrarse dentro de plataforma de perforación donde se generan diferentes niveles de ruido tienen el potencial riesgo de afectar la salud del trabajador, así como comprometiendo la capacidad de comunicación con los otros compañeros. El presente trabajo pretende analizar la evaluación del ruido laboral en el puesto de trabajo del operador de la Unidad de Remoción de Sólidos en la plataforma número 2 del Proyecto "Pepita de Oro", ubicado en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, Ecuador. Se aplicará la prueba de medición basados en la tarea "Norma ISO 9612 2009 Acústica Determinación de la exposición al ruido en el trabajo Método de ingeniería", ajustadas al Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55, la cual dará a conocer la cantidad de ruido que se encuentran expuestos los operadores. Analizados los resultados, se llegará a conclusiones y se harán recomendaciones para que el ruido generado no constituya un riesgo laboral incapacitante.

Palabras Clave: Unidad de Remoción de Sólidos, medición, ruido, riesgo laboral, enfermedad laboral.

ABSTRACT

In Ecuador in recent years we have witnessed an increase in mining activities and, in the same way, the implementation of new technologies in the advanced exploration phase. In this phase, drilling is carried out with drilling machinery that uses a diamond drill bit to extract the samples. In this process, water and additives are used to generate the fluid that will lubricate the bit.

This solids removal unit, which is located on the drilling platform, allows the recirculation of the water used in drilling, the main objective of which is to minimize water consumption. The mentioned unit is maneuvered by an operator and being inside the drilling platform where different noise levels are generated, they have the potential risk of affecting the health of the worker, as well as compromising the ability to communicate with other colleagues. The present work aims to analyze the evaluation of occupational noise in the workplace of the operator of the Solid Removal Unit in platform number 2 of the "Pepita de Oro" Project, located in the city of Ibarra, Imbabura province, Ecuador. The measurement test will be applied based on the task "Standard ISO 9612 2009 Acoustics Determination of exposure to noise at work Engineering method", adjusted to Executive Decree 2393 Art. 55, which will reveal the amount of noise that is exposed to operators. After analyzing the results, conclusions will be reached and recommendations will be made so that the noise generated does not constitute a disabling occupational risk.

Key Words: Solid Removal Unit, measurement, noise, occupational risk, occupational disease.

2 INTRODUCCIÓN

La empresa “Pepita de Oro” ha incorporado nueva tecnología en los métodos de perforación para recuperación de testigos, en tal virtud se ha mejorado el manejo de agua, mediante la utilización de un equipo denominado Unidad de Remoción de Sólidos, conocida por sus siglas en inglés SRU, (Solid Removal Unit).

La mencionada unidad móvil permite la recirculación del agua utilizada para perforar, logrando un ahorro importante de este recurso también reduce el volumen de las piscinas utilizadas para la disposición final del lodo residual.

Por otra parte, se disminuye el número de trabajadores empleados para el tratamiento de lodos, reduciendo el riesgo de accidentes, y el desgaste de herramientas y equipos para movimiento de tierra.”. Todo esto equivale a la optimización de proceso al utilizar menos recursos con mejores resultados. (AMC,2013).

La incorporación de la SRU mejoró el proceso, lo que determinó un incremento en los métodos de prevención de los factores de riesgos físicos, ergonómicos y químicos (la manipulación carga al mismo nivel, tareas con movimientos repetitivos, tareas con sobre esfuerzo físicos y menor tiempo de contacto con agentes químicos).

Ahora bien, de tal forma que consideramos los beneficios en aspectos tales como costos de operación y medio ambientales, hay que considerar de igual manera los riesgos laborales para los operarios de dicho sistema. La unidad de remoción de sólidos produce ruidos que son propios e intrínsecos de equipos mecánicos de rotación, puesto que en su parte fundamental consta de una centrifuga. Estos ruidos cuales pueden afectar potencialmente las destrezas de comunicación o experimentar hipoacusia al exponerse 8 horas frente a una fuente de ruido continuó con altos decibeles, una condición que reduce la capacidad auditiva.

Tomando en cuenta el ruido como una situación de riesgo, los trabajadores utilizan Equipos de Protección Personal (EPP) (tapones auditivos y orejeras tipo copa), que atenúan el ruido, sin embargo, se ha podido evidenciar incomodidad al tener que comunicarse mediante señas, en casos extremos, quitarse el EPP, y lo que causa más preocupación, no captar alguna señal de precaución o de peligro en su entorno, lo que podría conllevar a una situación de alto riesgo.

A continuación, se enlista un resumen de los riesgos producidos por la exposición al ruido. (Sociedad Acústica Española, 2018).

- **“Trastornos auditivos:** Son aquellos que pueden afectar a la persona en su formar de hablar.
- **Perdida de la audición:** Se presenta cuando no es capaz de oír bien como una persona cuyo sentido del oído normal, es decir cuyo umbral de audición en ambos oídos es igual o menor que 20 dB. Y la ser perdida audición leve modera o grave (OMS,2021).
- **Hipoacusia:** Se genera por el tiempo de exposición al ruido y comienza con la perdida de la audición teniendo lesiones el oído interno de manera irreversible”.

La importancia del presente trabajo radica en la medición del nivel de ruido generado en el equipo de remoción de sólidos y la identificación de potenciales afectaciones a la salud de los trabajadores durante las actividades de perforación.

Los factores de riesgo físico son todos aquellos factores ambientales que depende de las propiedades físicas de los cuerpos tales como; ruido, temperaturas extremas, vibraciones, radiación, etc. Los cuales actúan sobre el trabajador los mismos que pueden producir efectos nocivos, de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición. (Sánchez, 2016).

En este caso, se analizará el ruido como un factor de riesgo para los a cargo de la operación de la SRU.

El proyecto “Pepita de Oro,” en el marco de las disposiciones legales y preocupada por las condiciones laborales de su personal, sigue enfocada en prevenir las enfermedades ocupacionales producidas por equipos y maquinarias en las plataformas de perforación a su cargo. En función de los resultados obtenidos se establecerán recomendaciones y medidas de control

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Evaluar el nivel de ruido laboral al que están expuestos los trabajadores encargados de la operación de la Unidad de Remoción de Sólidos (SRU) y proponer medidas de mitigación que minimicen los efectos potenciales a la salud derivados de una sobre exposición al ruido.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las consecuencias de la exposición al ruido laboral tomando en cuenta las medidas de control establecidas.
- Medir los niveles de ruido laboral generados de la Unidad de Remoción de Sólidos (SRU).
- Analizar los resultados obtenidos con respecto al límite establecido en la legislación nacional para diagnosticar si situación es segura o peligrosa.
- Formular medidas de control ajustadas al nivel ruido y al tiempo de exposición existe para prevenir condiciones incapacitantes en el operador.

4 ANTECEDENTES

A nivel mundial la Organización Internacional del Trabajo (OIT) “Cifras más reciente revelan que entre los factores que más contribuyen a la carga mundial de la enfermedad profesional se encuentran los de riesgos ergonómico, riesgos lesiones, el material particulado, los gases, los humos y el ruido. La realidad en el Ecuador el porcentaje por condiciones del trabajador expuestos al ruido y/o vibraciones es 0,2 % reportado en él, Boletín Estadístico de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Ocupacionales”. (OIT, 2018).

El 33,7% de las empresas realizan inversiones en protección ambiental en la adquisición de equipos e instalaciones para reducir las emisiones de contaminación, el 19,5% en consumo de energía y el 18,5% para el ahorro de agua. Con menor porcentaje de inversión empresarial, encontramos los equipos e instalaciones para reducir la generación de desechos con 9,3% y para reducir los ruidos y vibraciones con apenas el 1,4%. (INEC,2013).

A continuación, se presentan trabajos de investigación que han servido como fuente de consulta para el presente estudio:

En primer lugar, se menciona al trabajo: “EL RUIDO LABORAL Y SU INCIDENCIA EN LOS TRASTORNOS DEL OÍDO DE LOS OPERADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A.”, la investigación presentada a la Universidad Técnica de Ambato, en la cual se expone que: “El alto ruido en los puestos de trabajo genera problemas de concentración, no se puede mantener una conversación, y progresivamente, afecta a la audición”. (Aleaga, 2017).

Se toman los valiosos aportes de esta investigación, porque, a pesar de desarrollarse en una empresa de plásticos, se manifiesta el problema de la exposición de los niveles ruido de los operadores, ofreciendo medidas de prevención ante una posible enfermedad incapacitante.

En segundo lugar, se presenta el trabajo:” FACTORES ASOCIADOS A LA PERDIDA DE LA AUDICIÓN INDUCIDA POR EL RUIDO ENTRE TRABAJADORES MINEROS”, presentado por Maruja Medina Rojas a la Universidad Privada “Antenor Orrego” en Trujillo, Perú, en el cual se determina que las horas de exposición al ruido, junto a factores de riesgo como el tabaquismo el consumo de alcohol y otras patologías preexistentes son factores asociados a la pérdida de la audición en los trabajadores de la Minera Yanacocha, Cajamarca, Perú.(Roja, 2017).

Se consideran los aportes de este trabajo al revisar los datos referentes a la exposición al ruido y por ser trabajadores de la minería. También se suministran aportes y consideraciones de previsión ante el riesgo laboral.

Finalmente, se presenta el trabajo: “INFLUENCIA DEL RUIDO Y VIBRACIONES SOBRE LA FATIGA LABORAL DE OPERADORES DE GRÚAS HORQUILLA DEL RUBRO INDUSTRIAL MADERERO, investigación presentada por Jonathan Ramírez Bravo como Trabajo de Titulación como Ingeniero en Prevención de Riesgos en la Universidad de Concepción, Chile. En este trabajo se formula el postulado que “los peligros de la contaminación acústica se manifiestan de 20 a 30 años posteriores a una exposición continua al factor ruido, causando pérdida gradual, irreversible y permanente de la capacidad auditiva”. (Bravo, 2018).

Se toman los aportes de esta investigación, tomando como objeto a los trabajadores expuestos a niveles ruido mayores de los 70 dB, valor permitido a escala internacional.

Los trabajos anteriormente mencionados analizan la incidencia del factor ruido laboral en sus operarios tomando en cuenta diferentes puestos trabajo.

4.1 Condiciones de operación de Unidad de Remoción de Sólidos SRU

Para el tratamiento de los lodos de perforación se emplea la unidad de remoción de sólidos (SRU), la cual tiene la función de limpiar los residuos de roca suspendidos en el fluido. Esto se logra a través de movimientos de rotación generados por una centrifuga que separa los detritos (partículas de roca menor a 200 micras) del agua.

Esta separación (limpieza/tratamiento del agua) permite que los taladros de perforación utilicen nuevamente el fluido preparado para lubricar la broca.

Por el diseño y operatividad de la Unidad de Remoción de sólidos, esta crea un entorno de labor más seguro para los trabajadores en la plataforma de perforación disminuyendo los factores de riesgos físicos y eliminando peligrosos (AMC,2013).

Sin embargo, la SRU al tratarse de un equipo de rotación, genera ruido, el cual debe ser controlado para proteger la salud de los trabajadores.

La Unidad de Remoción de sólidos “crea un entorno de labor más seguro en la plataforma de perforación disminuyendo los factores de riesgos físicos y eliminando peligrosos (AMC,2013)

En la Tabla 1 se encuentra la ficha técnica de la SRU.

	
Modelo: SRU ULM	
Centrifuga de alta velocidad: Ejerciendo sobre 3000g a 4800RPM	
Autónomo: Equipado con un generador eléctrico insonorizado y de bajo consumo	
Peso total: 3000g	
Capacidad de procesamiento: 50 -150lts/min	
Capacidad de estanque: 3000lts	
Dimensiones: 2400mm(largo)x1800mm(ancho)x1850mm(alto)	
Portátil: Portable por helicóptero, rampa o con remolque	
Fácil de limpiar: Centrifuga con sistema de auto lavado	
Bomba de desplazamiento positivo	
Sistema de mezclado: aditamento para adición de polímero, tolva para polvos como respaldo.	
Zaranda vibratoria para el respaldo de centrifuga	
Solidos semisecos para sus desechos	

Tabla 1: Características principales de la SRU (Fuente: Ficha Técnica)

4.2 Ruido producido por la Unidad de Remoción de sólidos

La Unidad SRU genera ruido propio, intrínseco e imposible de disimular, debido a la implementación varios elementos diseñados para la tratar el lodo componentes como la centrífuga, y un generador eléctrico, el cual aparece en el cuadro anterior como insonorizado, pero si contribuye a la generación de ruido. “El generador eléctrico, el cual funciona como fuente de poder, es una de las partes básicas del equipo, y le da autonomía a la planta SRU.” (AMC, 2013).

En el proceso del fluido de perforación utilizando el equipo SRU (Figura 1), empieza desde el punto de agua autorizado que es transportado por líneas de conducción a la plataforma luego va a tina de mezclado donde se prepara el fluido para ingresar al pozo de perforación luego sale una tina de decantación e inmediatamente es enviada al equipo Unidad de remoción de solidos aquí se efectúa la técnica de centrifugación alta velocidad con ayuda de un generador eléctrico con el objetivo de reutilizar el agua.

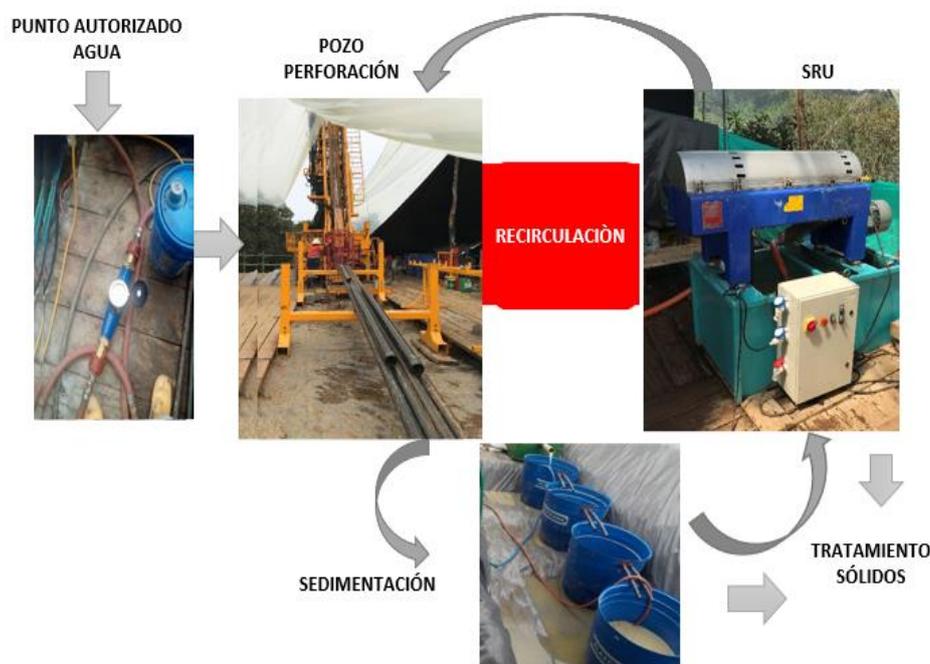


Figura 1: Proceso de Agua perforación (Fuente: Empresa Pepita de Oro)

4.3 Límites de exposición

Para establecer los límites de exposición a los cuales puede exponerse el operador de SRU, se transcribe el art. 55, en su inciso N.º 6, referente al ruido y vibraciones en el área de trabajo, contenido en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo, Publicado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), en su Capítulo V “Medio Ambiente y Riesgos por factores físicos, químicos y biológicos”.

“Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo” (Tabla 2).

En el inciso N.º 7 del Reglamento en referencia se indica textualmente: *“Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro “A”, en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla (IESS,1986).*

Nivel de presión sonora NPS dB (A) lento	Tiempo máximo de Exposición horas
75	32
80	16
82,1	12
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0,5
110	0,25
115	0,125

Tabla 2: Límites de Permisibles para Ruido continuo Internos (Fuente: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social 1986)

4.4 Control operativo del ruido en las operaciones de empresa.

Con el objetivo de minimizar los efectos del ruido en la salud de los trabajadores por exposición al ruido en las áreas operativas la empresa “Pepita de Oro”, conforme a la legislación vigente y a lo dispuesto en el Reglamento del IESS, han dispuesto que todos los operadores utilicen tapones auditivos de material de silicona, junto al empleo de orejeras de tipo copa adaptable al casco.

Los operadores de la SRU y de la plataforma usan de forma permanente y obligatoria la doble protección auditiva en sus actividades; un tapón reusable de 26 dB de atenuación (Nivel de Reducción de Ruido NRR) que se inserta en el canal auditivo, y adicionalmente usan orejeras tipo copa 25 de atenuación NRR.

4.5 Otros agentes detectados durante la investigación

Dando cumplimiento al Plan de Manejo Ambiente (PMA) las dimensiones de la plataforma de perforación autorizadas son 20x20 metros en las mismas se encuentran distribuidos diferentes equipos que sirven para la perforación.

En el desarrollo del presente estudio se identificaron otras fuentes que generan ruido en la plataforma. A continuación, un detalle de las fuentes más importantes:

- Taladro de perforación.
- Generadores eléctricos.
- Equipos de preparación de químicos.
- Mesa de testigo.

Vibraciones de los equipos de perforación

Según Ideara “Los efectos que producen las vibraciones mecánicas en el cuerpo humano, dependen fundamentalmente de las siguientes características: magnitud, frecuencia, dirección, tiempo de exposición e impedancia”. (Ideara, 2014)

En el área de estudio podemos encontrar dos fuentes que generan vibración; la primera es el taladro que por efecto de los movimientos circulares que realiza para avanzar en la perforación transmite vibraciones en el ambiente; y la segunda fuente son los generadores utilizados para la generación de energía eléctrica en el taladro.

Por otra parte, la Unidad de Remoción de Sólidos (SRU) posee un generador, una centrífuga, la cual funciona con cierta velocidad, y la zaranda vibratoria de respaldo para la centrífuga. La magnitud de la vibración es captada por el cuerpo completo, por las extremidades inferiores con dirección desde el suelo hacia arriba.

Las vibraciones producidas por las máquinas, las cuales “generalmente no tienen una frecuencia determinada, sino que son una mezcla de vibraciones de diversas frecuencias”. En Higiene Industrial tienen interés las vibraciones cuyas frecuencias están comprendidas entre 1 y 1.500 Hz. (Ideara, 2014)

La vibración ocasiona movimientos y desplazamientos relativos en el organismo “Si la frecuencia de vibración es inferior a 3 Hz, el cuerpo se mueve como una unidad, y los efectos adversos experimentados van asociados a enfermedades de movimiento.” (Ideara 2014).

A medida que aumenta la frecuencia de la vibración, varias partes del cuerpo tienden a responder en forma diferencial a las fuerzas fluctuantes. Como protección adicional, los operarios usan botas de seguridad elaboradas con un tipo de plástico que pretende amortiguar las vibraciones que provienen de las mismas.

5 METODOLOGÍA

Para la presente investigación se ayudará de fuentes primarias, la recolección información en campo (plataforma de perforación).

Se evaluará el factor riesgos físico (ruido) mediante un reconocimiento de campo y la realización de mediciones de ruido durante el funcionamiento de la SRU, dentro de las actividades de perforación.

La metodología del presente trabajo está focalizada en medir la intensidad de ruido a la cual el operador de la Unidad de Remoción de Sólidos está expuesto mientras ejecuta sus labores de tratamiento de agua para actividades de perforación. Las mediciones permitirán detectar los niveles de ruido en decibeles (db) que emiten la fuente generadora de ruido.

Los resultados obtenidos se compararán con la norma vigente y bajo el método inductivo-deductivo para establecer medidas de prevención auditiva. La medición de ruido laboral se realizará en base a la norma UNE EN ISO 9612:2009, Acústica determinación de la exposición año ruido en el trabajo. “Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al nivel ruido en el trabajo. (ISO 9612:2009).

El método consta de las siguientes etapas:

- Etapa Análisis del trabajo.
- Etapa Selección de la estrategia de medición.
- Etapa Mediciones.
- Etapa Tratamientos de errores e incertidumbre.

5.1 Etapa análisis de puesto de Trabajo

A continuación, se detalla en la Tabla 3 las actividades del operador que se encuentra en la plataforma:

N.º	Puestos de trabajo	Descripción puesto Operador S.R. U
1	Operador S.R. U	Jornada laboral:8 horas Duración de la tarea: 6 horas Actividad: Control operativo SRU Recolección de sedimentos

Tabla 3: Puesto de trabajo (Fuente: Propia Autoría)

Este grupo de trabajadores se encuentran bajo similar exposición al ruido ya que se encuentra un área muy reducida de 20x20 metros ya que todos se encuentra en dentro de plataforma de perforación, y él operador de taladro es el ruido más significativo. La jornada es 8 horas con cambios de turno del personal.

5.2 Etapa elección de la estrategia de medición

Para realizar la valoración de la exposición de ruido se debe tener en cuenta todos los eventos significativos, y definir correctamente la estrategia de medición que existe tres clases de estrategias:

- **Medición basada en la tarea:** Se establece cuando los trabajadores tienen actividades o funciones muy definidas y permanece en esa área, y “el trabajo realizado se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente” (ISO 9612:2009).
Para los trabajadores o los grupos de exposición al ruido homogéneos sometidos a evaluación, la jornada nominal se debe dividir en tareas. Cada tarea se debe definir de tal manera que $L_p, AeqT$ sea, con probabilidad, repetible. Es necesario garantizar que todas las contribuciones al ruido relevantes estén incluidas. La información detallada con respecto a la duración de las tareas es especialmente importante para aquellas fuentes de ruido con niveles ruido elevados.
- **Basada en la Jornada completa:** La medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada” (ISO 9612:2009).

La norma Norma ISO 9612 2009 en el anexo B proporciona una tabla selección de la estrategia de medición básica. Para un mejor entendimiento de la estrategia de medición se encuentra en la Figura 3.

Tabla B.1 – Selección de la estrategia de medición básica

Tipo o pauta de trabajo	Estrategia de medición		
	Estrategia 1 Medición basada en la tarea	Estrategia 2 Medición basada en la función	Estrategia 3 Medición de la jornada completa
Puesto de trabajo fijo – Tarea simple o única	✓*	–	–
Puesto de trabajo fijo – Tareas complejas o múltiples	✓*	✓	✓
Trabajador móvil – Pauta previsible – Pequeño número de tareas	✓*	✓	✓
Trabajador móvil – Trabajo previsible – Gran número de tareas o situaciones de trabajo complejas	✓	✓	✓*
Trabajador móvil – Pauta de trabajo imprevisible	–	✓	✓*
Trabajador fijo o móvil – Tareas múltiples con duración no especificada de las tareas	–	✓*	✓
Trabajador fijo o móvil – Sin tareas asignadas	–	✓*	✓

✓ La estrategia se puede utilizar.
* Estrategia recomendada.

Figura 2: Estrategia de medición (Fuente NTE INEN-ISO 9612 Anexo B Guía para la selección de la estrategia de medición)

En base a los tipos de medición, la que usaremos en la presente investigación es la medición basada en la tarea debido que trabajo esta designados por tareas concretas que se realizara en intervalos de tiempo y con poco desplazamiento.

5.3 Etapa Mediciones

En esta etapa especifica la medición Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente se debe establecer bajo la estrategia escogida y se debe realizar 3 mediciones de una jornada completa para que sea representativa la exposición al ruido de los trabajadores.

Si los resultados de las tres mediciones difieren en menos de 3 dB, calcúlese el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante la jornada nominal para obtener la media energética de las tres mediciones.

5.4 Etapa Tratamiento de errores e incertidumbres

Los equipos mediciones tienen asociada una incertidumbre algunas fuentes de incertidumbre requieren un cuidado específico para poder reducir su influencia todo lo posible. Las incertidumbres pueden estar causadas por errores como por la variación natural de la situación de trabajo

Las principales fuentes de incertidumbre en el resultado son:

- Las variaciones en el trabajo diario, las condiciones de funcionamiento, la incertidumbre en el muestreo.
- Los instrumentos y la calibración.
- La posición del micrófono.

- d) Las falsas contribuciones, por ejemplo, del viento, de las corrientes de aire o los impactos en el micrófono o el roce del micrófono sobre la ropa.
- e) Un análisis del trabajo mal hecho o no realizado
- f) Las contribuciones de las fuentes de ruido atípicas, la palabra, la música. Las señales de alarma y los comportamientos atípicos”.

5.5 Trabajo en campo

5.5.1 Ubicación y verificación en campo del instrumento

Antes de comenzar la medición se verifico el terreno y también se revisó que el equipo cuenta con las baterías necesarias, ya que deberán verificados antes de cada calibración.

Cuando los resultados de la calibración y verificación medidos antes y después de la medición difieren entre 0.5 dB se deberá descartas los valores de medición

5.5.2 Equipo de medición utilizado: Sonómetro

El equipo utilizado es un sonómetro Cirrus modelo CR:310 cual funciona de acuerdo a los siguientes parámetros detallados en la Tabla 4:

Datos de los equipos utilizados			Fotografía
	Sonómetro	Calibrador	
Marca	Cirrus Potimus		
Modelo	CK:382	CR514	
Serie	SH01295		
Trípode	TR-40		
Ponderación	Frecuencia A y C		
Procedencia	España	España	
Calibrado	11/11/2019	2/7/2020	
Vigencia	11/11/2021	2/7/2021	

Tabla 4: Características del Sonómetro Cirrus modelo CR:310 (Fuente: Propia autoría)

Es un sonómetro integrador, con sus tipos normas IEC 61672-1:2002; ANSI S1.25:1991, también es un analizar de espectro en tiempo real por bandas de octava, cubriendo el margen de frecuencias de 31,5 Hz a 16 Hz.

5.5.3 Condiciones de operación y ubicación de la fuente.

Fecha de medición: 20 marzo 2021.

Ubicación de la plataforma de perforación: UTM 796575.00 m E; 83033.00 m S, los detalles se encuentran en la Tabla 5.

La ponderación usada: La ponderación de puede usar la ponderación A o C y respuesta “Slow”.

Verificación en terreno: se la realizara antes y después de cada medición

Punto	Ubicación del punto	Tipo de ruido	Temperatura	Humedad relativa	Fecha	Hora Inicial	Hora Final
P1	Plataforma 2 SRU	Estable	26.1	68.9		11:21:04	11:36:05

Tabla 5:Ubicación (Fuente: Propia autoría)

5.5.4 Ubicación del Instrumento

Para efectuar las mediciones se colocó el micrófono del equipo de medición el mismo que cuenta con un micrófono y la posición va orientada hacia la fuente sin que se interrumpa la operación de los taladros de perforación minera realizada por el trabajador. En este caso específico la posición del micrófono deberá estar a 1m de la fuente y a la altura va a depender de la posición del trabajador.

El trabajador de la SRU estaba de pie 1, 55m por encima del suelo. Al instalar el sonómetro no se deberán colocar sobre mesas o superficies irregulares o en lugares que exista vibraciones ni viento, por eso se recomienda colocar en un trípode.

5.5.5 Parámetros de Medición

Para la evaluación del ruido se consideran los siguientes parámetros:

- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS eq), en dB(A).
- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS eq8h), en dB(A).
- Nivel de Presión Sonoro Máximo (NPS max), en dB(A).
- Nivel de presión Sonora Mínimo (NPS min), en dB(A).
- Nivel del Presión Sonora Peak (NPS peak), en dB(A).
- Frecuencia en bandas de octavas (31,5; 63, 125; 250; 500; 1k;2k;4k; 8k;16k Hz).

5.5.6 Tiempo de medición

Las mediciones del ruido industrial en el equipo SRU, se realizó en respuesta lenta, con el filtro de ponderación A y con tiempo de integración de cada 20 segundos la medición se ejecutó en las horas de las actividades de perforación. El tiempo de medición es de 15 minutos por puesto de trabajo; el mismo que es estadísticamente representativo la jornada de trabajo de 8 horas.

5.5.7 Recolección de datos

En cada medición se deberá comprobar que la información este correctamente guarda en las bases de datos del sonómetro Una vez concluida las mediciones en campo se procederá descargar información los datos obtenidos.

5.5.8 Contexto de definiciones de términos

Seguidamente, se ofrece un glosario de términos, los cuales contribuyen a la mejor comprensión de los términos utilizados en la presente investigación:

Decibelio: Define al decibelio (dB) como *“una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas”*. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono. *“Su escala logarítmica es adecuada para representar el espectro auditivo del ser humano”*. (Green Facts, s/f)

Emisión: Emisión, referido a la acepción ajustada a este trabajo como *“emanación a la atmosfera de un sonido proveniente de una fuente fija o móvil”* (Reverso,s/f).

Fuente Emisora: El Diccionario de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, España, (s/f) define como Fuentes Emisoras a: *“Todas aquellas capaces de emitir contaminantes a la atmósfera, pudiendo tener un origen natural o antropogénico. Generalmente se clasifican en fijas, por ejemplo, una industria, tiradero o zona agrícola y móviles, por ejemplo, vehículos automotores.”*

Ruido: Acorde a lo señalado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo del Gobierno de España, y enfocado desde el punto de vista físico, el ruido consiste en *“variaciones de la presión atmosférica que se transmiten con una determinada frecuencia y una determinada amplitud a través de un medio, en nuestro caso el aire, y que resultan perceptibles por el órgano auditivo.”* (INSST, 2021)

Se trata, por lo tanto, *“de una propagación de energía mecánica en forma de frentes sucesivos de sobrepresiones. Este tipo de energía se conoce como energía sonora.”* (INSST,2021).

Por lo tanto, el ruido se define como aquel sonido molesto, producido por una mezcla de ondas sonoras con distintas frecuencias y niveles de presión.

Ruido de fondo: De acuerdo con la Autorité de Contrôle des Nuisances Aeroportuaires de Francia, *“...es el nivel sonoro medido en un lugar dado en ausencia de cualquier ruido adicional. El ruido de fondo nunca es de 0 dB y, en ausencia de viento y en un lugar muy tranquilo puede ser del orden de 25 dB.”* Es el ruido que se encuentra superpuesto o interfiere con la medida de la señal deseada. (ACNUSA, s/f).

Ruido laboral: Para la determinación de la dosis de ruido nos basaremos en el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55, emitido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), el cual establece que *“el nivel de ruido criterio es de 85 dB(A), a fin de calcular la dosis normalizada a una jornada laboral de 8 horas.”* (IESS, 1986).

Ruido: Acorde a lo señalado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo del Gobierno de España, y enfocado desde el punto de vista físico, el ruido consiste en *“variaciones de la presión atmosférica que se transmiten con una determinada frecuencia y una determinada amplitud a través de un medio, en nuestro caso el aire, y que resultan perceptibles por el órgano auditivo.”* (INSST, 2021)

Ruido de Impulso o de impacto: Es un sonido de corta duración y de elevada intensidad, por ejemplo, las explosiones, bombas sónicas y fuego de artillería. Es aquel ruido que decrece exponencialmente con el tiempo las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúan a un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior a 0,2 segundos

Ruido continuo o estacionario: El nivel de presión es constante en el tiempo y posee máximos, estos se producen en intervalos menores a un segundo pueden ser estables o variables, en este último caso si oscila en más de 5dB (A).

Sonido: De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española, sonido es definido como: *“una perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico (aire, líquido o sólido) a una velocidad características del mismo”,* (RAE, 2020).

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): Son unidades adimensionales que se pueden expresar como logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una referencial. Se puede decir que el decibel se puede usar para poder describir los niveles de presión, intensidad sonora o intensidad.

Medidas de protección auditiva: Según la página web “Duerto.com” (2020), las medidas de protección auditiva: *“son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores de los oídos reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo”* (Duerto.com,2020).

Barreras de atenuación: Bajo los principios de control de riesgo, la última barrera son los EPP, cuya principal labor consiste en el aislamiento de la fuente sonora con la finalidad de interponerse entre la fuente y el receptor para protegerlo del ruido.

Longitud de Onda: Es el trayecto físico entre dos puntos de ahí el ciclo se repite.

Frecuencia: Es la medida del número de ciclos o repeticiones de la onda por la unidad de tiempo.

Bandas de Octava: Partimos que todo ruido es un fenómeno ondulatorio y que se transmite por el aire, dependiendo de la frecuencia de onda se aprecia distintos tonos. El oído tiene la capacidad de oír sonidos desde las frecuencias de 20 Hz son graves hasta frecuencias 20000 Hz agudos. Una banda de octava es un grupo de frecuencias comprendido entre frecuencia f_1 y f_2 siendo f_2 al doble.

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): Es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora. Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS \text{ o } SPL = 20 \text{ Log } \frac{p}{P_0}$$

Dónde:

P: Valor eficaz de la presión sonora medida.

P₀: Valor eficaz de la presión sonora referencia fijado 2×10^{-5} (N/m²).

NPSeq: Nivel presión sonora continuo Equivalente en dB(A).

Nivel de presión sonora continuo equivalente NPSeq: Es el valor que se calcula de acuerdo a la percepción del oído de un trabajador, que se encuentra expuesto a un determinado tiempo a un nivel presión acústica al nivel de presión que mantenido constante durante el intervalo de medición (desde el instante de la medición hasta fin). Tiene la misma energía sonora que el suceso sonoro medido. La unidad medida se expresa de decibeles (dB)

$$L_{AeqT} = NPSeq = 10 * \log\left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{AeqTm}}{10}}\right)$$

Donde

N: números de mediciones

NSP_{eq}: nivel presión sonora continua equivalente.

L_{AeqT}=se puede obtener de distintas maneras

Para obtener el nivel equivalente diario LAeq depende de las características del puesto de trabajo.

Nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas (NPSeq,8h)

“Es el nivel de la presión acústica, expresada en (dB) que durante 8h de exposición interrumpida produce la misma energía sonora que la verdadera exposición variable y es indicado por la siguiente ecuación”:

$$L_{AeqTm8H} = NPS_{eq8H} = NPS_{eq} + 10 \log \left(\frac{\text{Tiempo de trabajo}}{\text{Jornada 8H}} \right)$$

NPS Max, denominado nivel presión sonora máximo: es el valor más alto del nivel que presenta en la medición.

NPS Min, denominado nivel de presión sonora mínimo Es el nivel sonoro menor de toda la medición.

Respuesta Lenta o Slow:

Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo, Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina **NPSA_{PEAK}** “Nivel de presión Pico Lento”. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa dB (A) Lento.

Nivel de presión sonora Peak NPSA_{PEAK}:

Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con Nivel de presión sonora máximo, ya que este es el máximo valor eficaz (no instantáneo).

5.5.9 Método de las bandas de Octava

El método nos permite conocer los niveles de presión sonora en bandas de octava del espectro de ruido (L_f(x)) y los valores de protección auditiva previstos (APV_fx). El cálculo se efectuará para cada situación de ruido en particular, debido a que el método depende de ella. El nivel de presión sonora efectivo “A” cuando se utiliza el protector auditivo, L’A_x se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$L_{Ax} = 10 \log \sum_{k=1}^8 10^{0.1(Lf(x)+Af(x)-APf(k)x)}$$

Dónde:

f(k): Frecuencia central de la banda de octava

f(1): 63 Hz; f(2): 125 Hz; f(3): 250 Hz;; f(8): 8000 Hz

Lf(k): Nivel de presión sonora del ruido en la banda de octava correspondiente

Af(k): Compensación en frecuencia "A" a las frecuencias centrales de las bandas de octava.

6 RESULTADOS

A continuación, los resultados del nivel de presión sonora equivalente al total de la emisión de ruido producido la Unidad de Remoción de Sólidos (SRU) en la empresa "Pepita de Oro". La medición se realizó con la metodología medición basada en la tarea en etapas de 5 min, en un total de 15 minutos continuos. Ver Anexo y la Tabla 6,y Tabla 7.

Tareas	L_{AeqT} (dB) o Equivalente NPS Db (A)	Ti(min)
SRU	86,09; 86,36; 86,80	15 min.

Tabla 5: Resultados (Fuente: Propia autoría)

Cálculos:

$$L_{AeqT} = NPS_{eq} = 10 * \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{AeqTm}}{10}} \right)$$

$$NSPEQ = 10 \text{LOG} (1/3 (10 \text{EXP} 0,1+86,09 + 10 \text{EXP} 0,1+86,36 + 10 \text{EXP} 0,1+86,80))$$

$$NPS_{eq} = 86,4 \text{ dB(A)}.$$

$$L_{AeqTm8H} = NPS_{eq8H} = NPS_{eq} + 10\log\left(\frac{\text{Tiempo de trabajo}}{\text{Jornada 8H}}\right)$$

$$NPS_{eq8H} = 86,2 \text{ dB(A)}$$

Punto	Nivel de Presión Sonora dB				Límite permisible dB
	NPSeq	NPSeq8H	NPSmax	NPSmin	
1	86,4	86,2	87,4	85,3	85

Tabla 6: Resumen Resultados de Presión Sonora (Fuente: Propia autoría)

Los resultados el nivel de presión sonora continuo equivalente NPSeq es 86,4 dB(A). y nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas (NPSeq,8h) es 86.2 dB(A).

Por otra parte, los valores que originan ruido en las plataformas de perforación son generados por los motores del taladro de perforación minera, y la Unidad de Remoción de Sólidos (SRU,) en funcionamiento con todos sus accesorios y en operaciones.

A continuación se realizó la medición por bandas de octava para ver la distribución del ruido en las diferentes frecuencias existe ruidos graves y agudos en el equipo SRU.

Punto	Ubicación del punto	FRECUENCIA EN (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1	S.R.U.	65.5	60.4	72.0	81.9	81.1	81.2	78.9	70.0

Tabla 7: Resultados de las mediciones de Bandas de Octava (Fuente: descarga de resultados del sonómetro.)

7 CONCLUSIONES

- Una vez realizado las mediciones en el puesto de trabajo del operador de SRU, presenta en nivel ruido superior al límite permisible de 85 dB(A) encima de la normativa vigente habitualmente laborando en las 8 horas, establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Las medidas de mitigación para SRU y para todos los equipos de plataforma es plan de mantenimiento de los equipos de carácter periódico y la implementación del uso de una pantalla insonorizantes que permitan al trabajo del operador y reduzcan los niveles de presión sonora.
- El operador de la SRU puede tener una exposición prolongada al ruido y podría disminuir la productividad del trabajo por lo que empezaría a tener problemas de salud puede ir causando perdida audición.
- Se han realizado las mediciones en el puesto de trabajo del operador de la Unidad de Remoción de Solidos aplicando la estrategia de medición basada en la tarea y los resultados obtenidos son: nivel presión sonora equivalente es 86,4 dB, (NPSeq) y nivel presión equivalente para 8 horas (NPSeq) es 86.2 dB(A).
- Analizados los valores obtenidos de la Unidad de Remoción de Solidos se determina que el nivel ruido laboral es superior a 85 dB que de acuerdo a la norma vigente implica una situación que requeriré de medidas de protección auditiva para los trabajadores
- Las medidas de control por la parte administrativa es una rotación de la jornada de trabajo, en dos turnos para el operador de SRU, de 4 horas por día de sus 8 horas de trabajo al día. De igual manera, se sugiere implementación de pantallas insonorización, la realización de audiometrías con frecuencia periódica, dependiendo la magnitud de la exposición y los operarios designados. como medida de control y seguimiento al personal de acuerdo al programa de vigilancia de la salud de la Gerencia de Operaciones del Proyecto “Pepita de Oro”.

8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo presentado permite visualizar nuevas líneas de investigación:

Mejoras en las destrezas de comunicación durante ambientes con problemas de ruido laboral motivado al uso de maquinaria-herramientas manuales.

Utilización de recursos audiovisuales para suplir las deficiencias en las destrezas de comunicación en ambientes donde el ruido laboral tenga umbrales de dificultad.

Estudio de los elementos de protección personal, EPP, diseñados para atenuar la intensidad del ruido laboral en la fase de exploración avanzada, en el área minera.

9 BIBLIOGRAFÍA

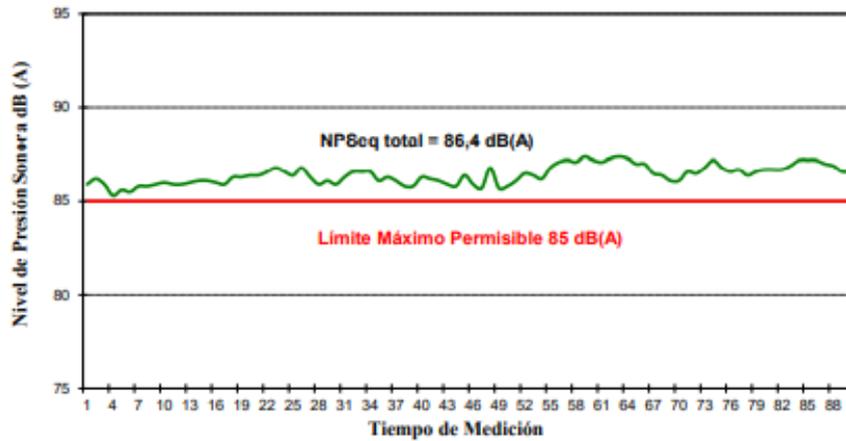
- ALEAGA, J.C. (2017) "El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los Operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas, S.A. Universidad Técnica de Ambato, Proyecto de Investigación y Desarrollo para la obtención del Magíster en Seguridad Industrial, Consultado en fecha Julio 30, 2021, disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25953> .
- AMC, (2019). "*Reflex Intelligence*" Folleto en PDF, consultado en fecha Julio 30, 2021, Obtenido de: <https://reflexnow.com/amc-solids-removal-unit-2/>
- OIT,(2019). "Organización Internacional del Trabajo. Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia. Informe de las Naciones Unidas sobre la práctica de trabajo en seguridad y salud preventiva, OIT, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra. Obtenido de: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/dgreports/dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf
- 2393, D. E. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo.
- AMC. (2019). *Reflex Intelligence* . Obtenido de <https://reflexnow.com/amc-solids-removal-unit-2/>: <https://reflexnow.com/amc-solids-removal-unit-2/>
- Calvo, F. A. (2013). Ruido Emitido por maquinas. *Obtenido INSHT*.
- Carballido, J. R. (Mayo de 2006). Instituto Austuriano de prevención de riesgos laborales. *Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas - herramientas portátiles*. Oviedo, España.
- Cena, G. (2018). UNIDAD VI PROTECCIÓN DEL OIDO PROTECTORES AUDITIVOS INTRODUCCIÓN. *PROTECCIÓN DEL OIDO PROTECTORES AUDITIVOS INTRODUCCIÓN*.
- Cruelles, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial - Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega.
- Deproin s.a. (2020). *Monitoreo vibraciones mano-brazo*. Ibarra.
- Herbert, J. H. (2008). *Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas* . Obtenido de http://oa.upm.es/10673/1/080509_L2_SEGURIDAD_Y_SALUD_EN_MINERIA.pdf
- INEN, I. E. (01 de 2014). VIBRACIONES MECÁNICAS. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN HUMANA A LAS VIBRACIONES TRASMITIDAS POR LA MANO. *NTE INEN-ISO 5349-2*. ECUADOR.
- López, D. P. (Marzo de 2018). Síndrome vibratorio Mano-Brazo. Costa Rica.

- Senovilla, L. P. (2009). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo. España. Obtenido
de <https://www.insst.es/documents/94886/328096/839+web.pdf/eeab2c72-7d28-41f5-879c-eaf9a133270e>
- Trabajo, I. N. (2006). *Evaluación y prevención relacionados exposición de ruido.*
- ROJAS, M.(2017) “Factores asociados a pérdida de la audición inducida por el ruido entre trabajadores mineros” Universidad “Antenor Orrego”, (Perú),” Material PDF consultado en fecha Julio 23, 2021, disponible en :
http://200.62.226.186/bitstream/20.500.12759/3555/1/REP_MAEST.MEDE_MARUJA.MEDINA_FACTORES.ASOCIADOS.PERDIDA.AUDICION.INDUCIDA.RUIDO.TRABAJADORES.MINEROS.pdf
- INEN. (2014). NTE INEN-ISO 9612. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. Quito, Pichincha, Ecuador.

10 ANEXOS

Registros de las mediciones

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	11:21:04	85,9	11:26:11	86,3	11:31:15	87,1
2	11:21:14	86,2	11:26:21	86,6	11:31:25	87,3
3	11:21:24	85,9	11:26:31	86,6	11:31:35	87,4
4	11:21:34	85,3	11:26:41	86,6	11:31:45	87,3
5	11:21:44	85,6	11:26:51	86,1	11:31:55	87,0
6	11:21:54	85,5	11:27:01	86,3	11:32:05	87,0
7	11:22:04	85,8	11:27:11	86,1	11:32:15	86,5
8	11:22:14	85,8	11:27:21	85,8	11:32:25	86,4
9	11:22:24	85,9	11:27:31	85,8	11:32:35	86,1
10	11:22:34	86,0	11:27:41	86,3	11:32:45	86,1
11	11:22:44	85,9	11:27:51	86,2	11:32:55	86,6
12	11:22:54	85,9	11:28:01	86,1	11:33:05	86,5
13	11:23:04	86,0	11:28:11	85,9	11:33:15	86,8
14	11:23:14	86,1	11:28:21	85,8	11:33:25	87,2
15	11:23:24	86,1	11:28:31	86,4	11:33:35	86,8
16	11:23:34	86,0	11:28:41	85,9	11:33:45	86,6
17	11:23:44	85,9	11:28:51	85,7	11:33:55	86,7
18	11:23:54	86,3	11:29:01	86,8	11:34:05	86,4
19	11:24:04	86,3	11:29:11	85,7	11:34:15	86,6
20	11:24:14	86,4	11:29:21	85,8	11:34:25	86,7
21	11:24:24	86,4	11:29:31	86,1	11:34:35	86,7
22	11:24:34	86,6	11:29:41	86,5	11:34:45	86,7
23	11:24:44	86,8	11:29:51	86,4	11:34:55	86,9
24	11:24:54	86,6	11:30:01	86,2	11:35:05	87,2
25	11:25:04	86,4	11:30:11	86,8	11:35:15	87,2
26	11:25:14	86,8	11:30:21	87,1	11:35:25	87,2
27	11:25:24	86,3	11:30:31	87,2	11:35:35	87,0
28	11:25:34	85,9	11:30:41	87,1	11:35:45	86,9
29	11:25:44	86,1	11:30:51	87,4	11:35:55	86,6
30	11:25:54	85,9	11:31:01	87,2	11:36:05	86,6
Equivalente NPS dB(A)		86,1		86,4		86,8
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					86,4	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:					86,2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					87,4	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					85,3	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:					113,2	
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):					85,0	
Tipo de ruido:					Estable	



Registro fotográfico

	
<p><i>Momentos de la toma de muestra en el taladro de perforación, frente al operario SRU.</i></p>	<p><i>Momento en el que se efectuaba la medición de los umbrales de ruido durante las funciones de la SRU (Unidad de Remoción de Sólidos)</i></p>



Verificaciones

Certificado de calibración del equipo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CC-1926-001-20

		 				
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	DEFFRON SA					
DIRECCIÓN:	SAMANES Y M2 2224 VILLA1					
TELÉFONO:	201800					
PERSONAS DE CONTACTO:	EIDER JARBO HUALDO					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	CALIBRADOR AJUSTADO	UBICACIÓN:	NO ESPECÍFICA			
MARCA:	CEENA	CLASE:	1			
MODELO:	CE-8	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
SERIE:	003704	NIVELES DE PRESIÓN SONORA:	94 dB / 104 dB			
CÓDIGO CLIENTE:	DPE-1945-02	FRECUENCIAS DE EMISIÓN:	1000 Hz			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PRÓX. CAL.
ELP-PC-010	MULTÍMETRO PATRON	TRANSALLE	8390	M857417	2018-07-26	2020-07-26
ELP-PT-076	SONOMETRO	CENTER	330	10020000	2020-09-02	2021-09-02
ELP-PT-026	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	8030	101821542	2018-12-18	2020-12-18
ELP-PT-036	TERMOHIGROMETRO	CENTER	340	100200314	2018-08-27	2020-08-27
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN INDIRECTA Y DIRECTA CON MULTÍMETRO DIGITAL					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM AC-015.1002 (SECCIÓN E)					
PROCEDIMIENTO:	PEC-ELP-04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM PERU					
TEMPERATURA AMBIENTAL:	22.5 °C ± 0.2 °C					
HUMEDAD RELATIVA:	55.2 %RH ± 1.1 %RH					
PRESIÓN ATMOSFÉRICA:	1004 %RH ± 1 Pa					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Medición de presión sonora en 94 dB a 20 µPa						
Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre		
dB	dB	dB	dB	dB		
83.080	94	0.00	±0.40	0.10		
Medición de presión sonora en 104 dB a 20 µPa						
Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre		
dB	dB	dB	dB	dB		
103.9537	104	-0.24	±0.43	0.20		
Medición de Frecuencia en 94 dB						
Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre		
Hz	Hz	Hz	%	Hz		
1.0004	1	0.0004	±1	0.0003		
Medición de Frecuencia en 104 dB						
Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre		
Hz	Hz	Hz	%	Hz		
1.0002	1	0.0002	±1	0.0017		
Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto						
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NPL (National Physical Laboratory - Reino Unido) e de otros Institutos Acreditados de Metrología (IAM).						
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de nivel de confianza del 95%. El cual se calcula con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM) 1004 (with minor corrections). Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement, multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95.45%. Este certificado no podrá reproducirse íntegramente en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados suministrados en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: El error de medición se muestra con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.3.6 de la GUM).						
Trazabilidad tomada de la norma IEC 60742:2002 Clase 1						

QUANTUM CAJA CINTURÓN DETECTABLE

NRR 26 dB- SNR 28 dB- Endoaural
CARACTERÍSTICAS



- ✓ Tapón que suministra protección contra ruido por inserción en el canal auditivo.
- ✓ Fabricado en polímero ultra-soft hipo-alérgico, brinda un confortable y efectivo sello. Reutilizable.
- ✓ Resistente a la cera del oído y lavable.
- ✓ Diseño de tres aletas que permite su ajuste a todos los canales auditivos.
- ✓ Grip resistente para facilitar el posicionamiento y la correcta inserción / remoción.
- ✓ Color verde fluo. Fácil identificación del personal que lo está usando.
- ✓ Provistos con cordón textil de poliéster.
- ✓ Recomendado para niveles moderados de ruido.
- ✓ **MODELO DETECTABLE** - sólo con cordel. Incluye alma metálica en el cordel y un inserto metálico en el tapón que permite la detección de presencia ante pérdida.
- ✓ Caja cinturón con hebilla para calce en la cintura: estuche plástico flip-top individual.

COBERTURA DE RIESGOS	PRESENTACIÓN	CERTIFICACIONES
Ruidos	4,55 Kg / 1000pz / 0,054 m3 Contiene: 250 pares	IRAMEN 352 ANSI S3.19-1974 Nch 1331/2-2001

OREJERAS

PARA NIVELES DE RUIDO

DE HASTA 98 dBA.

OPTIME
98



PARA NIVELES DE RUIDO FUERTE

DE HASTA 105 dBA.

OPTIME
105



Desarrollada para una protección completa en los entornos de ruidos más exigentes.
El OPTIME® 105 presenta masas y volúmenes adicionales, más un exclusivo diseño doble capa de protección (dos copas conectadas por una capa interna de espuma que reduce resonancias estructurales), para proporcionar una máxima reducción de ruidos a través de la amplia gama de frecuencias bajas y altas.

PARA NIVELES DE RUIDO

DE HASTA 101 dBA.

OPTIME
101



Es imprescindible que los trabajadores en entornos con ruidos extremadamente fuertes tengan el nivel correcto de protección ya que hasta la más mínima exposición puede tener como resultado un daño auditivo grave. El OPTIME®101 es la opción indicada para estas aplicaciones, ya que "amortigua" y atenúa el ruido hasta llegar a un nivel seguro, para que los trabajadores puedan trabajar por un tiempo prolongado y con menor peligro.

